

Cirad-cp Programme Hévéa
Thème 2 : Etude des interactions *Hevea* / *Microcyclus ulei*
pour l'obtention d'un matériel résistant

Rapport d'activités de V. Le Guen

période de février 2000 à mars 2001

Sommaire

1. Introduction.....	3
2. Etude de la variabilité de <i>Microcyclus ulei</i>	3
3. Observation du comportement de clones en collection.....	7
4. Etude des QTLs de résistance sur la descendance PB260 x FX3899.....	8
5. Etat des collections.....	12
Annexes.....	14
Tableaux et graphiques.....	15
Protocole de l'essai Combi 12.....	37

1. Introduction

Ce document reprend en détail les activités effectuées à Kourou au cours de la période comprise entre les deux réunions techniques du Comité de Pilotage Cirad/Michelin de février 2000 et mars 2001, pour ce qui concerne l'étude de la variabilité de *Microcyclus ulei*, la génétique de la résistance de l'hévéa à ce parasite, ainsi qu'un état actualisé des collections d'hévéa de Combi.

Il vient en complément des informations diffusées dans le Rapport faisant suite aux visites techniques qui ont précédé la réunion du 8^{ème} Comité de Pilotage, dans lequel on trouvera notamment les protocoles des nouveaux essais épidémiologiques mis en place au cours de cette période.

On pourra également consulter utilement le rapport d'activité de Christel Denis, volontaire de l'aide technique, pour tout ce qui concerne l'observation des essais Combi 8, 9, 10 et 11 de juillet 1999 à octobre 2000, ainsi que l'interprétation des résultats.

2. Etude de la variabilité de *Microcyclus ulei*

2.1. Le test sur gamme-hôte

A la suite de réunions de concertation avec Carlos Mattos au cours du mois de janvier à Kourou et en février à PMB, deux décisions ont été prises concernant la méthodologie des tests du pouvoir pathogène de *Microcyclus ulei*, dans le but de :

- ✓ Repréciser la définition des différents stades du type de réaction
- ✓ Définir une nouvelle gamme de clones testeurs

Notation des symptômes au stade C : Les types de réaction	
1	Lésion nécrotique, ou nécrotique et chlorotique, sans sporulation
2	Petite chlorose ou lésion décolorée sans nécrose et sans sporulation
3	Lésion faiblement sporulante, de manière hétérogène ou homogène, avec une intensité de sporulation faible
4	Sporulation forte et hétérogène
5	Sporulation forte et dense sur toute la surface inférieure de la lésion
6	Sporulation forte et homogène sur la surface inférieure de la lésion, et forte (hétérogène ou homogène) sur la surface supérieure de la feuille

Afin que la méthode de lecture des symptômes soit la plus standardisée possible entre les plantations Michelin brésiliennes (PMB dans l'état de Bahia et PEM dans l'état du Mato Grosso) et Kourou, une comparaison a été faite de la notation des types de réaction au stade C, et les définitions du tableau ci-dessus ont été adoptées.

Il ne s'agit pas ici d'une nouvelle échelle d'évaluation des types de réaction, mais d'une définition plus précise des limites entre chaque classe de notation. Ceci ne remet pas en cause les notations faites antérieurement, ni ne nécessite une conversion particulière pour comparer des notations effectuées avant et après cette mise au point.

Une nouvelle gamme de clones testeurs a été utilisée cette année pour caractériser le pouvoir pathogène des isolats de *Microcyclus ulei*. Le choix des clones composant cette nouvelle gamme a été réalisé de manière à essayer de répondre à un triple objectif : (i) tenir compte des données les plus récentes sur la diversité du pathogène, études qui tendent à montrer que la principale origine du polymorphisme observé réside dans la spécialisation des souches sur *H. brasiliensis* ou sur *H. benthamiana* ; (ii) essayer de maximiser le pouvoir discriminant de cette gamme pour les isolats de PMB ; et (iii) réduire le nombre de clones constituant cette gamme afin d'en faciliter l'utilisation pratique.

La nouvelle gamme comporte donc neuf clones, contre douze dans l'ancienne, avec six clones communs aux deux gammes :

Ancienne gamme (12 clones)	Nouvelle gamme (9 clones)	Type de clone
FX25		W x Am
FX985	FX985	W x Am
FX2261	FX2261	W x Am
FX2804	FX2804	W x Benth
FX3864		W x Am
FX3899	FX3899	W x Benth
FX3925		W x benth
IAN710		W x Am
IAN717		W x Benth
IAN3087		(W x Benth) x W
MDF180AS	MDF180AS	Am
F4542	F4542	Benth
	FX2784	W x Am
	FX4098	W x Am
	IAN6158	[(W x Benth) x W] x W

Trois des clones de cette nouvelle gamme n'étaient pas présents dans l'ancienne, ce qui a nécessité un délai de quelques mois pour qu'ils soient opérationnels (greffage, débourrement, production d'au moins 2 étages foliaires).

2.2. Caractérisation du pouvoir pathogène

Neuf isolats de PEM ont été testés au cours de la période. Les résultats figurent dans le tableau 1 en annexe. Les spectres de virulence de ces isolats permettent de mettre en évidence au moins 5 races physiologiques différentes. Cette nouvelle gamme hôte semble révéler moins de virulences pour les souches de PEM que l'ancienne gamme à 12 clones.

Deux clones de la gamme ne sont absolument pas discriminants pour ces 9 isolats de PEM : FX2784 et F4542 sur lesquels aucune sporulation n'est observée. Les clones FX985 et IAN6158 ne permettent pour l'instant chacun qu'à une seule souche de PEM de sporuler.

Si on compare ces résultats avec ceux déjà connus antérieurement sur d'autres isolats de PEM, on voit que la gamme actuelle révèle de 2 à 5 virulences par isolat, pour 9 clones testeurs, alors que l'ancienne gamme de 12 testeurs révélait de 6 à 10 virulences. Les souches non spécialisées sur *benthamiana* ne sont donc pas bien discriminées par la gamme actuelle. Si celle-ci peut se révéler performante pour surveiller l'apparition de nouvelles souches à PMB dans le cadre d'un programme de veille phytosanitaire, elle semble pour l'instant partiellement inadaptée pour les souches de PEM qui ne possèdent pas les virulences leur permettant d'être bien discriminées. Il conviendra de passer un nombre plus important d'isolats de PEM sur cette nouvelle gamme afin de pouvoir juger de son pouvoir discriminant vis à vis de la population pathogène du Mato Grosso.

2.3. ATP 99.30

Le thème de l'ATP 99.30 est : « Pression de sélection exercée par l'hôte sur les populations d'agents pathogènes ». Elle concerne sur l'ensemble du Cirad les pathosystèmes suivants : manguiers/*Xanthomonas mangiferae indicae*, blé/*Puccinia striiformis*, bananier/*Mycosphaerella fijiensis*, riz/*Magnaporthe grisea*, cacaoyer/*Phytophthora megakarya* et hévéa/*Microcyclus ulei*. Les responsables en sont Didier Tharreau (Cirad-ca) et Jean Carlier (Cirad-Amis).

Pour le pathosystème hévéa /*Microcyclus*, un essai spécifique a été mis en place à Combi afin de répondre aux questions soulevées par l'ATP, il s'agit de l'essai Combi 11. Les observations qui y sont réalisées sont de 2 types : des relevés épidémiologiques très précis pour suivre l'installation et l'évolution de la maladie en fonction de la nature de la plante hôte, et des échantillonnages réguliers du parasite dans le but de le caractériser par marqueurs génétiques et pouvoir ainsi suivre son évolution au cours du temps. Il est donc prévu dans le protocole de l'essai que ces échantillonnages soient effectués une première fois au début de l'expérimentation et répétés ensuite deux ans plus tard afin de pouvoir déceler d'éventuelles modifications dans la population du pathogène.

Rappelons que cet essai comporte 5 clones plantés à très haute densité : FX3864, PB260, MDF 180, IRCA/GY5, et RRIM 729. Les plants font l'objet d'observations détaillées ainsi que de prélèvements systématiques de feuilles présentant des lésions sporulantes de *Microcyclus ulei*.

Dans un premier temps, le but de ces isolements est d'évaluer la variabilité génétique du pathogène à différents niveaux de regroupement :

- ↗ Entre isolats prélevés sur des clones différents
- ↗ Entre isolats prélevés sur un même clone mais sur des plants différents
- ↗ Entre cultures monospores provenant du même isolat

Il est en effet nécessaire de savoir s'il existe une variabilité du pathogène dans un espace aussi réduit que quelques centaines de mètres carrés, et dans l'affirmative comment est structurée cette variabilité à un instant donné.

Le diagramme 1 en annexe récapitule le processus d'échantillonnage, de repiquage et d'extraction d'ADN.

Pour l'instant, les étapes :

- ↗ prélèvement,
- ↗ caractérisation de la symptomatologie,
- ↗ mise en culture de l'isolat,
- ↗ isolement monospore,
- ↗ conservation en étuve climatisée,
- ↗ conservation au congélateur à -80°C ,
- ↗ extraction de l'ADN,
- ↗ dosage de l'ADN,

ont été réalisées pour les isolats prélevés sur PB260 et sur FX3864, ainsi qu'en partie pour les isolats provenant de IRCA/GY 5 (voir tableau 2 en annexe). Aucune lésion sporulante n'a encore été décelée sur le clone MDF 180, alors que RRIM 729 est encore trop jeune pour que l'on puisse effectuer ces prélèvements. Ce programme a été fortement ralenti par des problèmes techniques internes au laboratoire de biologie moléculaire de Kourou.

Des informations très importantes sont attendues de ces expérimentations, à la fois sur le plan théorique (structuration de la variabilité) et sur le plan pratique (combien d'isolements doit-on garder en mycothèque pour conserver la variabilité des souches).

Les résultats obtenus à ce jour sont les suivants.

- ↗ Six manips d'amplification PCR avec amorces RAPD, suivies de migration sur gel ont été réalisées entre octobre 1999 et janvier 2001
- ↗ 15 amorces RAPD ont été testées
- ↗ Les premières manips ont consisté à comparer les profils obtenus avec un certain nombre d'amorces sur des souches-mères, des cultures purifiées issues de ces souches-mères, et des cultures clonées (isolements monospores) issues de ces cultures purifiées
- ↗ Parmi les amorces testées, aucune n'a permis de révéler une bonne homogénéité entre les diverses sous-cultures provenant de la même souche mère
- ↗ Aucune amorce n'a permis de distinguer à coup sûr 2 souches différentes

- ↳ Les profils obtenus sont répétables lorsqu'on effectue l'amplification sur différents extraits du même échantillon initial

On voit que les résultats acquis jusqu'à présent sont de portée assez limitée. Il sera vraisemblablement nécessaire de reprendre les expérimentations préliminaires pour sélectionner des amorces RAPD stables, homogènes et discriminantes. On est en droit de se demander si les marqueurs RAPD sont bien les mieux adaptés au genre d'utilisation qu'on veut en faire ici, et si des microsatellites ne seraient pas plus performants.

3. Observation du comportement de clones en collection

L'intérêt de notations effectuées en collection sur du matériel non protégé par des traitements anti-fongiques a déjà été évoqué à plusieurs reprises. A Combi les notations ont été poursuivies sur le germplasm amazonien qui a fait l'objet de la prospection de 1981, et ont débuté sur les quelques clones de PMB présents en collection.

3.1. Germplasm amazonien

Donnant suite aux observations commencées en septembre 1998, une nouvelle série a été effectuée en octobre 2000 sur les 298 clones vivants du germplasm que comporte la collection de Combi. Ces observations mettent en évidence la proportion bien plus grande de clones résistants ainsi qu'une meilleure stabilité de la résistance des clones des origines Rondônia et Acre, par rapport aux clones originaires du Mato Grosso (voir tableaux II et IV en annexe). Ces résultats sont confirmés par les observations réalisées sur un échantillon plus réduit de clones du germplasm à PEM. Ils sont également en concordance avec les données de classification obtenues grâce aux marqueurs moléculaires (thèse de Pascale Besse). Ils peuvent permettre d'expliquer en partie l'absence totale de résistance des clones Wickham.

Un projet de publication a été tiré de ces résultats et soumis à la revue brésilienne **Crop Breeding and Applied Biotechnology** (signataires : Le Guen, Garcia, Mattos, Clément-Demange). Aucune réponse n'a été obtenue à ce jour.

3.2. Clones Firestone

L'essai CCPE 1 de PMB regroupe une centaine de clones, dont la plupart ont été produits par Firestone au Guatemala et au Liberia et expérimentés au Brésil. Parmi ces clones, 26 considérés comme particulièrement intéressants sont présents en collection à Combi. De même que pour le germplasm, ces clones n'ont pas subi en 1999 et 2000 de traitements antifongiques et ont fait l'objet d'observations, dont les résultats figurent dans le tableau 3 en annexe. La quasi-totalité de ces clones présentent une résistance complète à *Microcyclus ulei* dans les conditions de Combi, les flushs foliaires les plus récents ne présentant même pas de symptômes d'attaque. Seuls deux d'entre eux ont exprimé la présence de stromas, mais à des niveaux très faibles : SIAL 893 et FDR 5788. De la même manière, quelques clones à comportement bien spécifique vis à vis de *Microcyclus* dans les conditions de PMB,

comme IAN6158, MDF180, F4542, FX 2784 sont jusqu'à présent indemnes de symptômes d'infestation par *Microcyclus ulei*.

4. Etude des QTLs de résistance sur la descendance PB260 x FX3899

L'important travail mené par Denis Lespinasse sur ce matériel (marquage AFLP et microsatellites, et passage de 5 souches en conditions contrôlées d'inoculation) a permis d'une part l'établissement d'une carte génétique saturée, et d'autre part la localisation de 8 QTLs de résistance, dont un majeur et présumé aspécifique, situé sur le groupe de liaison g13.

La poursuite de ces travaux a porté d'une part sur les inoculations artificielles, et d'autre part sur l'évaluation du comportement de cette descendance en conditions naturelles d'infestation.

4.1. Matériel et méthodes

4.1.1. Inoculations artificielles

Deux souches de *Microcyclus ulei* ont été inoculées sur la descendance au cours de l'année 2000.

La première, G77, avait déjà été testée par Denis Lespinasse et il s'agissait donc d'une expérimentation de confirmation, afin de vérifier la stabilité des résultats. G77 est la seule des 5 souches expérimentées par D. Lespinasse qui possède une virulence (de faible niveau) sur FX3899. Un total de 176 clones ont été inoculés avec cette souche.

La seconde, San 86, est en cours d'inoculation depuis fin novembre 2000. Cette souche récoltée en 1996 par Fabrice Pinard et Carlos Mattos dans le nord de l'état du Mato Grosso (São José do Rio Claro), est virulente sur F4542 et fortement agressive sur tous ses descendants testés dans l'ancienne gamme-hôte (FX3925, IAN 3087, FX3899, IAN 717, FX2804). C'est d'ailleurs une souche fortement polyvirulente, qui possède 10 virulences sur 12 clones testeurs de cette ancienne gamme.

A ce jour, 129 clones de la descendance ont été inoculés au moins une fois avec San86. Bien que cette souche soit moyennement à fortement agressive sur FX3899, il est possible d'observer une ségrégation des caractères de résistance au sein du croisement PB260 x FX3899, principalement pour le diamètre des lésions.

4.1.2. Observations sur la descendance au champ

Les observations menées sur la descendance PB260 x FX3899 se sont poursuivies. Entre août 1999 et décembre 2000, 20 passages d'observation ont été effectués, au cours desquels les notations habituelles ont été faites : niveau d'attaque, type de réaction, diamètre des lésions, présence de stromas. Une observation plus quantitative des stromas a également été réalisée ponctuellement en novembre 1999.

Afin de relier ces données avec la carte génétique de la descendance, trois variables ont été calculées sur l'ensemble des arbres observés :

- ✓ La moyenne du type de réaction sur les 20 passages d'observation : TRmoy, variable continue de 0 à 6.
- ✓ La moyenne de la présence de stromas sur les 20 passages d'observation : STRmoy, variable continue de 0 à 3.
- ✓ La variable STRQT, résultant de l'observation quantitative du nombre de stromas, continue de 0 à 5.

4.2. Résultats

Les diagrammes 1 à 6 en annexe représentent les histogrammes de fréquences des notations de Type de réaction et Diamètre des lésions obtenues à ce jour par inoculation avec les souches G77 et San86. On y distingue nettement la différence de distribution entre la souche G77 faiblement agressive et la souche San86 fortement agressive sur FX3899. Les distributions obtenues avec cette souche sont décalées vers les valeurs élevées, ce que reflètent bien les moyennes calculées (flèche).

Ces données ont été traitées avec le logiciel Mapmaker/QTL. Elles ont été incluses à un fichier comportant pour 217 individus de la descendance, l'état allélique pour l'allèle provenant du parent FX3899. La localisation des QTL identifiés, ainsi que leur niveau de signification figurent dans les tableaux 4 à 7.

Les principaux commentaires que l'on peut en faire sont les suivants :

- Confirmation du rôle prépondérant joué par le gène majeur de résistance situé sur le chromosome g13 :
 - ↗ En inoculation artificielle avec la souche G77, pour les caractères TR (type de réaction) et DL (diamètre des lésions)
 - ↗ En conditions naturelles d'infestation pour le caractère TR.
 - ↗ En conditions naturelles d'infestation pour les caractères StrQl (Evaluation qualitative de la présence de stromas, moyenne sur 20 passages) et StrQt (comptage quantitatif de stromas réalisé en un seul passage). Il est à noter que le rôle du QTL en g13 dans l'expression des stromas n'avait pas été mis en évidence antérieurement car ce caractère n'est pas facilement observable en inoculation artificielle.
 - ↗ Confirmation *a contrario* : pas de pic de QTL détecté en g13 dans le cas d'inoculation avec la souche San86, virulente et agressive sur FX3899. Cette observation invalide l'hypothèse précédemment émise de l'aspécificité de ce QTL. Puisqu'il ne fonctionne pas avec la souche San86, c'est qu'il existe bien une interaction QTL de résistance / souche du parasite, et que donc ce QTL ne peut plus être considéré comme aspécifique.
- Confirmation de QTLs mineurs déjà détectés par D. Lespinasse :
 - ↗ LAP sur le chromosome g12 pour le caractère DL (avec G77 et San86)
 - ↗ V88 sur chromosome g4 pour le caractère DL (G77) et pour le caractère TR (San86)

- Détection de nouveaux QTLs mineurs :
 - ✦ EM22/9 sur le chromosome g14 pour la présence de stromas en conditions naturelles d'infestation
 - ✦ EV215 sur le chromosome g11 pour le type de réaction (G77)
 - ✦ XRgc sur le chromosome g11 pour le type de réaction
 - ✦ EM9/3 sur le chromosome g14 pour le caractère Stromas (en conditions naturelles)
 - ✦ E671b sur le chromosome g13 (TR et DL avec G77)

4.3. Discussion

Si l'on regroupe les données obtenues en inoculation artificielle avec celles de Denis Lespinasse (voir tableaux 8 et 9 en annexe), on peut provisoirement proposer l'interprétation suivante pour le modèle de résistance à *Microcyclus ulei* transmise par le parent FX 3899 :

- Que le caractère observé soit le type de réaction ou le diamètre des lésions, on observe des interactions spécifiques entre chaque couple QTL de résistance / race de *M. ulei*. Plus de la moitié des QTLs détectés ne fonctionne que pour une à deux races du parasite.
- Bien qu'il ne puisse plus être considéré comme aspécifique, le QTL situé à proximité de EM36/14 sur le chromosome g13 joue bien un rôle majeur dans la résistance de FX3899. D'une part car il fonctionne aussi bien pour les deux caractères considérés sur 5 des 6 races étudiées, et d'autre part car il est responsable d'une part importante de la variance phénotypique du caractère observé : jusqu'à 38% en inoculation artificielle, et jusqu'à 89% en infestation naturelle !

Considérons le caractère Type de Réaction

- Le QTL en EM3/24 sur g11 associé à celui en g13 fournissent lorsqu'ils sont efficaces une protection totale contre le parasite (cas des souches G70, Una2, San91 et Man1).
- Lorsque seul celui en g13 est efficace, on a une résistance partielle forte (cas de G77).
- Lorsque ni l'un ni l'autre ne fonctionnent, on a une résistance partielle faible (cas de San86)

Considérons le caractère Diamètre des Lésions

- Le QTL en LAP sur g12 associé à celui en g13 fournissent lorsqu'ils sont efficaces une protection totale contre le parasite (cas des souches G70, Una2, San91 et Man1)
- Lorsque seul celui en g13 est efficace, on a une résistance partielle forte (cas de G77).
- Lorsque seul celui en LAP sur g12 fonctionne, on a une résistance partielle faible (cas de San86)

La difficulté d'interprétation vient de ce que l'on considère deux caractères différents et que l'on pourrait être amené à formuler des conclusions contraires selon que l'on fait porter l'interprétation sur l'un ou l'autre de ces caractères. Le cas du diamètre des lésions est sans doute le plus clair :

QTL fonctionnel en g13 + QTL fonctionnel en g12 = résistance totale

QTL fonctionnel en g13 mais pas en g12 = résistance partielle forte

QTL fonctionnel en g12 mais pas en g13 = résistance partielle faible

Il devrait être théoriquement possible de trouver dans la nature des isolats envers lesquels ni le QTL en g12 ni celui en g13 ne fonctionnent, auquel cas on ne devrait pratiquement plus observer de ségrégation dans la descendance pour le caractère diamètre des lésions.

Le modèle de la résistance de FX3899 pourrait se résumer ainsi :

gène majeur + gène mineur \Rightarrow résistance totale

gène majeur seul \Rightarrow résistance partielle forte

gène mineur seul \Rightarrow résistance partielle faible

Ce modèle est bien sûr réducteur car il ne tient pas compte des QTLs annexes de moindre importance mais dont l'effet est quand même mesurable. Il est également provisoire, en attendant d'avoir plus de données expérimentales sur la souche San86 ou sur une autre souche virulente sur FX3899.

Au champ à Combi, tout se passe comme si selon ce modèle, la population pathogène ne comportait que des souches contre lesquelles les QTLs en g13 et en g12 sont fonctionnels. Le QTL en g12 n'est cependant pas détecté en conditions naturelles. On peut pour expliquer cela avancer deux hypothèses :

- ✓ Ce QTL en g12 est efficace contre la population pathogène rencontrée naturellement à Combi, mais il est peut-être masqué par l'importance de l'effet produit par le QTL en g13 (plus de 80% de la variance phénotypique pour le caractère type de réaction).
- ✓ La résistance procurée par le QTL en g13 est suffisamment importante en conditions naturelles pour que sa seule présence suffise à protéger efficacement les génotypes possédant le bon allèle.

Ces résultats apportent donc quelques informations supplémentaires sur le complexe de gènes de résistance mis en œuvre chez le clone FX3899. On comprend mieux maintenant pourquoi il n'est pas envisageable d'utiliser ce clone dans un programme de sélection : l'essentiel de la résistance de ce clone est basée sur la fonctionnalité du QTL en g13. Certaines races du parasite, comme San86, peuvent contourner la résistance apportée par ce gène, et l'effet résiduel apporté par l'ensemble des QTLs mineurs n'est pas suffisant pour procurer un niveau acceptable de résistance. Pour compléter nos connaissances sur le type de résistance transmise par F4542 à ses descendants il faudrait pouvoir étudier une autre descendance impliquant un géniteur issu de F4542 (comme par exemple FX2804, FX3810 ou FX3925) voire une descendance de F4542 lui-même. Il n'est pas cependant certain que cela serait

d'une plus grande utilité pour envisager une sélection assistée par marqueurs car Junqueira a déjà montré qu'il existait une catégorie d'isolats de *Microcyclus ulei* vis à vis desquels F4542 était sensible.

Il serait en revanche maintenant très utile de pouvoir refaire tout ce travail sur une ou plusieurs autres descendance impliquant des géniteurs ayant un comportement différent, comme MDF180, FX2784, ou un géniteur descendant de *H. pauciflora*.

5. Etat des collections

Le nombre d'accessions disponibles dans les collections de Combi n'a pas beaucoup évolué au cours de la période. La principale modification provient de l'ajout en collection de 36 clones de la descendance PB260 x FX25.

Ce sont au total 991 clones représentés dans cette collection, distribués de la façon suivante :

Origine des accessions	Nombre d'accessions
AC (prospection 1974)	11
AC (prospection 1981)	83
MT (prospection 1981)	121
RO (prospection 1874)	11
RO (prospection 1981)	119
CNSAM	25
FX	21
IAN	18
FDR	15
GU	12
MDF	6
MDX	5
CD/CDC	11
Schultes	144
CMB	20
IRCA	60
IRCA/GY	8
PB	14
PR	8
RR!C	8
RRII	5
RRIM	13
Descendance PB260 x FX3899	186
Descendance PB260 x FX25	36
Divers clones brésiliens	13
Divers clones asiatiques	18
Total.....	991

La liste complète des accessions avec le nombre d'arbres vivants pour chacune d'elles figure en annexe.

Annexes

Tableau 1. Test sur gamme hôte des souches de PEM

CLONE	FX 985	FX 2261	FX 2784	FX 2804	FX 3899	FX 4098	IAN 6158	MDF 180	F 4542	Nb virulences
PEM 123p	1	2	1-2	2	1	+4	2	+3 +4	2	2
PEM 125p	1	2	2	2	1-2	2 +3	2 +3	+3 +4	1-2	3
PEM 127p	1	+3	2	1-2 +3	2+4	+5	2	+3 +4	1-2	5
PEM 128p	1	+3	2	1-2	2	+5 +6	2	+3 +4	1-2	3
PEM 130p	1	+3	1	2	1	+6	2	+4 +5	2	3
PEM 135p	1	+3 +4	1	1-2	1	+5 +6	2	+3 +4	1-2	3
PEM 136p	1	+3 +4	1	2	1	+6	2	+4	2	3
PEM 131p	+3		2	2				+3		(2)
PEM 132p	1	1 +3	1	+4		+4		+3 +4		(4)

Isolements monoconidies sur l'essai Combi 11

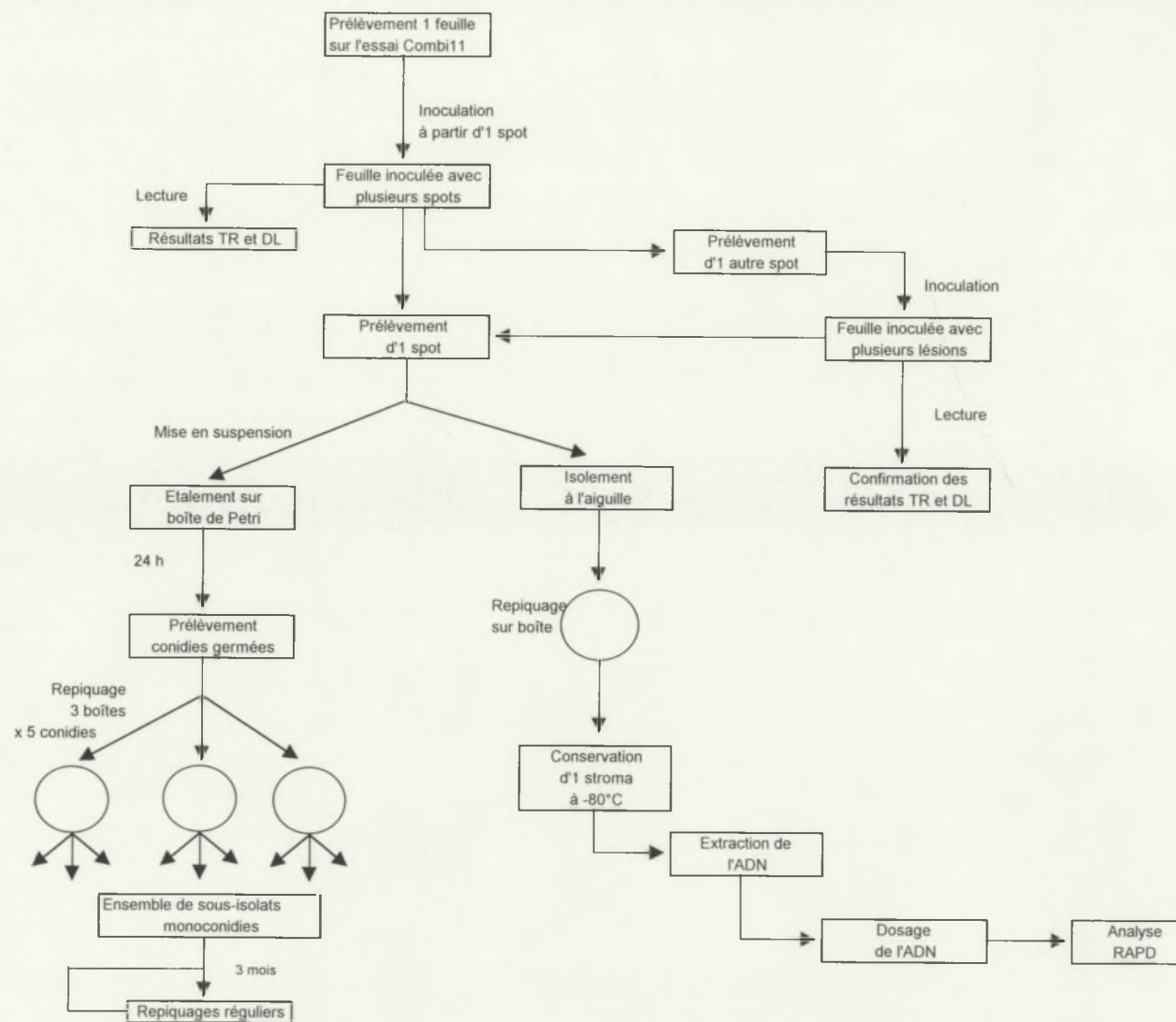


Tableau 2. Echantillonnage de souches dans l'essai Combi 11

	Clone prélevé		
	PB260	FX3864	IRCA/GY5
Souches-mères à -80°C	25	49	14
Souches-mères à 24°C	29	27	23
Isolements mono-spores	314 (26)	286 (26)	285 (23)
Extraction d'ADN	283	206	-

Table II. - Number of diseased clones according to origin (Combi site)

Criteria		TR>2		STR>0		Total diseased clones*		Total clone
Obs. period		1st set	2nd set	1st set	2nd set	1st set	2nd set	number
Acre	Nb	13	11	14	13	17	14	78
	%	16.7	14.1	17.9	16.7	21.8	17.9	
Mato Grosso	Nb	47	67	65	98	71	98	121
	%	38.8	55.4	53.7	81.0	58.7	81.0	
Rondônia	Nb	11	16	14	24	19	26	99
	%	11.1	16.2	14.1	24.2	19.2	26.3	

* total diseased clones = number of clones with TR>2 or STR>0

Table IV. - Comparison between Itiquira and Combi observations according to clonal origin

Material origin	Observation site	Number of clones			Total
		CR	PR	HS	
Acre	<i>Itiquira</i>	2	4	5	11
	<i>Combi</i>	6	0	5	11
Mato Grosso	<i>Itiquira</i>	0	0	13	13
	<i>Combi</i>	0	3	9	12
Rondônia	<i>Itiquira</i>	2	15	8	25
	<i>Combi</i>	16	4	5	25

CR: Completely resistant = TR<3 and STR=0

PR: Partially resistant = TR<5 and STR<2

HS: Highly susceptible = TR>4 or STR>1

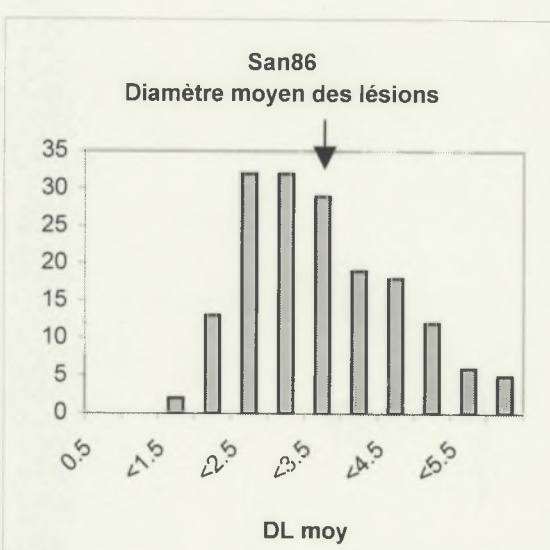
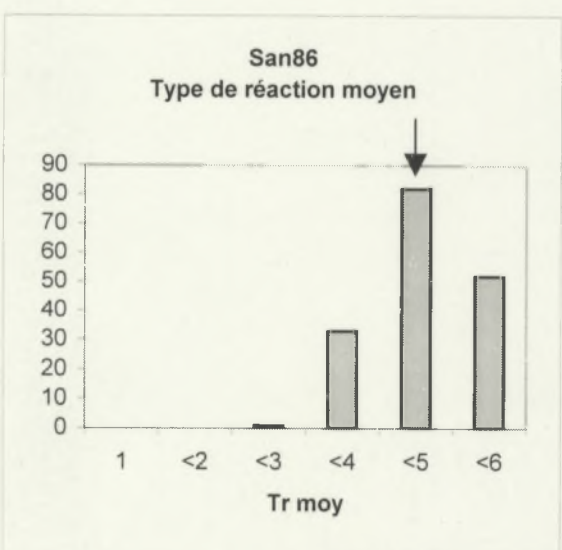
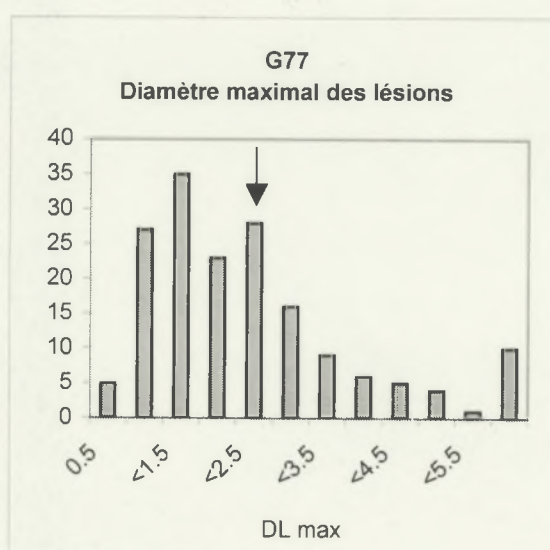
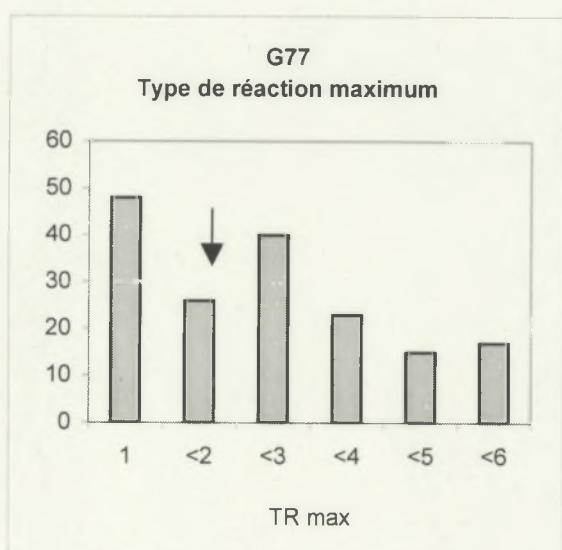
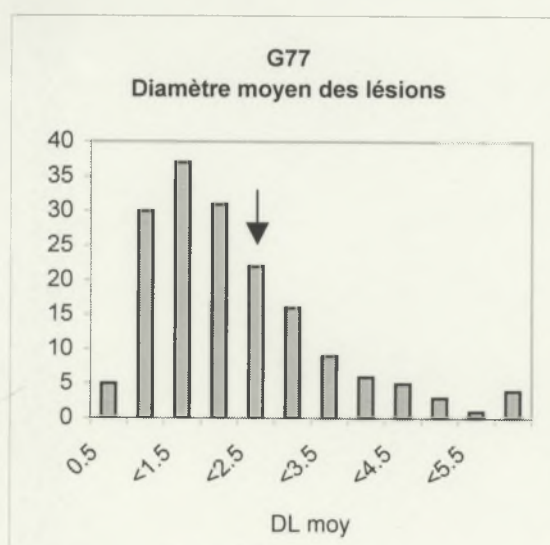
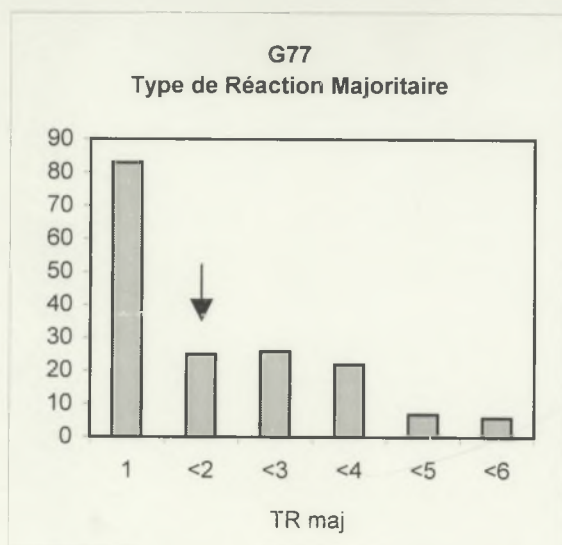
**Tableau 3. Notations au champ
des clones Firestone**

	At	Tr	Str
CD 1161	1	1	0
CDC 273	0	0	0
CDC 312	0	0	0
CDC 429	0	0	0
CDC 986	0	0	0
FDR 4459	2	1	0
FDR 4461	0	-	0
FDR 5788	2	-	1
MDX 50	0	0	0
TP 749	1	1	0
SIAL 893	1	1	1
CDC 56	0	0	0
CDC 358	0	-	0
CDC 846	0	-	0
FDR 4575	0	1	0
MDX 608	0	-	0
XX 701	0	0	0
FDR 5643	0	0	0
FDR 4773	1	0	0
FDR 5763	0	0	0
FDR 5211	0	0	0
FDR 5597	0	0	0
CDC 347	0	0	0
MDX 45	0	0	0
CDC 943	0	0	0
FDR 5482	0	0	0
FDR 6099	0	1	0

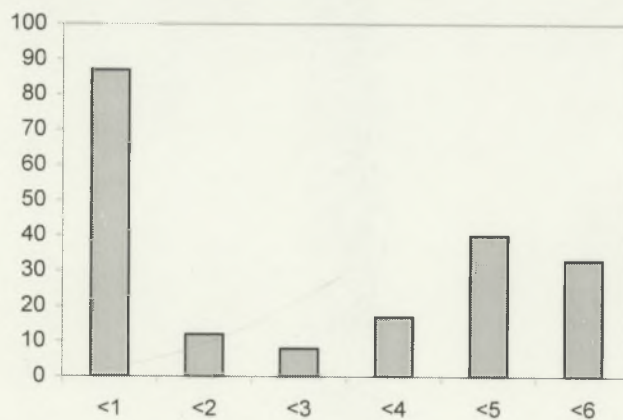
At : Niveau d'attaque (de 0 à 4)

Tr : Type de réaction (de 0 à 6)

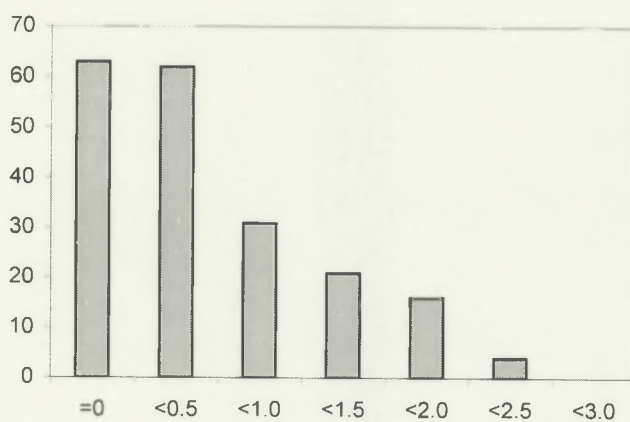
Str : Stromas (de 0 à 3)



Combi 12
Moyenne du type de réaction
sur 20 passages



Combi 12
Moyenne sur 20 passages des notations
de stromas



Combi 12
Notation quantitative de la présence de
stromas

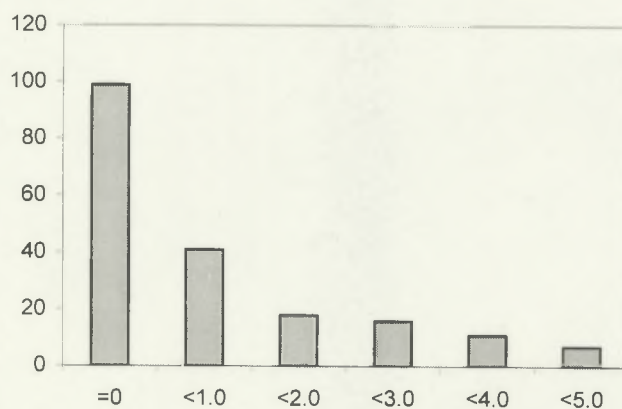


Tableau 4.
G77 : marqueurs de pics de QTL par intervalle mapping et test non paramétrique

Caractère	Interval mapping					Non Paramétrique
	Chrom.	Peak	Pos	LOD	R ²	Z
Trmaj	g11	ROg11M61	0.0	3.4	10.0	2.6
	g11	EV215	0.0	2.3	6.7	2.3
	g13	E671b	0.0	2.4	6.7	3.3
	g13	EM211	0.0	12.5	29.9	7.2
Trmax	g11	ROg11M61	0.0	2.9	8.4	3.3
	g11	EM342	8.0	2.3	7.9	3.4
	g13	E671b	0.0	2.5	6.9	2.9
	g13	EM361	4.0	15.0	40.6	6.8
Dlmax	g4	V88	4.0	2.9	8.4	3.4
	g12	EM153	0.0	2.9	7.8	3.0
	g13	E671b	4.0	2.3	7.6	3.0
	g13	EM361	4.0	31.6	11.1	6.7
Dlmoy	g4	V88	2.0	2.7	7.5	3.3
	g12	EM153	0.0	3.4	8.9	3.3
	g13	E671b	2.0	3.0	9.1	3.3
	g13	EM361	4.0	11.6	32.1	6.8

Tableau 5.
San 86 : marqueurs de pics de QTL par interval mapping et test non paramétrique

Caractère	Nb clones observés	N° marqueur	Chrom.	Peak	Interval mapping			Non Paramétrique
					Pos	LOD	R ²	z
Trmoy	118	152-227	g4	EM61/8-V344	2.0	3.2	13.1	3.4
			g6	EM7/6	0.0	-	-	3.0
			g13	gHbCIR670	0.0	-	-	2.7
		136-143	g15	EM247-EM2211	8.0	2.0	8.6	-
Dlmoy	118	92-3 61-40	g4	gHbCIR144	0.0	-	-	2.8
			g12	EM153-LAP	8.0	3.5	14.1	3.9
			g14	X6-X686	10.0	2.3	15.3	3.1

Tableau 6.
Combi 12 : marqueurs de pics de QTL par interval mapping et test non paramétrique

Caractère	Nb clones observés	N° marqueur	Chrom.	Peak	Pos	Interval mapping		Non paramétrique
						LOD	R ²	z
Tr20	191	45-168	g8	MX692-EM345	6.0	2.0	6.7	2.5
			g10	EM236-EM613	4.0	-	-	3.1
	191	173-212	g13	EM3614-EM293	4.0	79.5	89.4	11.0
StrQl	191	173-212	g8	MX692-EM345	8.0	-	-	3.2
			g13	EM3614-EM293	2.0	27.5	54.4	10.9
	191	97-141	g14	EM93	0.0	2.5	5.9	2.8
StrQt	191	173-212	g8	MX692-EM345	16.0	-	-	2.5
			g13	EM3614-EM293	2.0	16.1	35.8	9.7
	191	97-141	g14	EM93	0.0	2.8	6.9	3.4

Tableau 7.
Combi 12 : marqueurs de pics de QTL par interval mapping
une fois éliminés les individus de valeur 0

Caractère	Nb clones observés	N° marqueur	Chrom.	Peak	Pos	Interval mapping LOD	R ²
C12Tr20b	187	45-168	g8	MX692-EM345	6.0	2.1	7.0
	187	173-212	g13	EM3614-EM293	2.0	77.3	89.2
C12StQlb	129	173-212	g13	EM3614-EM293	2.0	9.7	34.1
	129	97-141	g14	EM93-EM229	2.0	2.5	9.3
C12StQtb	90	141	g14	EM229	0.0	3.3	15.9

Tableau 8. Type de réaction
Analyse de la carte pseudo-testcross de FX3899

Marqueur	%Var. phénot.	G70	Una2	San91	Man1	G77	San86
----------	------------------	-----	------	-------	------	-----	-------

g2.gHbCIR393	18		+				
g4.gHbCIR88	9						+
g6EM7/6							+
g10.EM36/7	9	+					
g11.EM3/24	4-10	+	+	+	+		
g11.M613	8-10					+	
g13.EM36/14	13-34	+	+	+	+	+	
g13gHbCIR671	6.7					+	
g13.EM30/2	6-8			+	+		
g15.gHbCIR45	10-26		+	+	+		+

Phénotype observé	RT	RT	RT	RT	RPforte	RPfaible
-------------------	----	----	----	----	---------	----------

+ = QTL de résistance fonctionnel contre cette souche

RT = résistance totale

RP = résistance partielle (forte ou faible)

Tableau 9. Diamètre des Lésions
Analyse de la carte pseudo-testcross de FX3899

Marqueur	%Var. phénot.	G70	Una2	San91	Man1	G77	San86
----------	------------------	-----	------	-------	------	-----	-------

g4.gHbCIR88	9		+			+	
g10.EM36/7	7	+					
g12.LAP	7-27	+	+	+	+		+
g13.EM36/14	16-38	+	+	+	+	+	
g13.EM30/2	8-19	+			+		
g13.E671b	9					+	
g14X686	15						+

Phénotype observé	RT	RT	RT	RT	RPforte	RPfaible
-------------------	----	----	----	----	---------	----------

+ = QTL de résistance fonctionnel contre cette souche

RT = résistance totale

RP = résistance partielle (forte ou faible)

Collection d'hévéas de Combi : bilan au 31 décembre 2000

Clone	Effectif	Clone	Effectif	Clone	Effectif
93 114	10	FDR 91	10	IAN 6546	10
AC 100	9	FX 2261	10	IAN 6710	9
AC 55	9	FX 2261BR	2	IAN 6720	10
AC 58	8	FX 25	9	IAN 6721	8
AC 60	8	FX 25 BR	2	IAN 710	10
AC 61	10	FX 2784	8	IAN 710 BR	3
AC 67	10	FX 2804	10	IAN 713 GY	10
AC 68	9	FX 2829	2	IAN 717	4
AC 71	9	FX 3844 F3P	8	IAN 7388	10
AC 72	9	FX 3846	8	IAN 873	9
AC 80	8	FX 3864	19	IPA 1	8
AC 81	9	FX 3899	10	IRCA 408	6
AC/AB/15 54/154	6	FX 3925	10	IRCA 101	10
AC/F/6A 36/376	6	FX 4098 BR	7	IRCA 109	9
AC/F/6A 36/485	8	FX 4163	7	IRCA 111	10
AC/F/7 38/128	8	FX 4425	10	IRCA 1159	12
AC/S/08/40	4	FX 567	10	IRCA 117 AN	7
AF 261	0	FX 614	10	IRCA 120	9
AVROS 2037	10	FX 617	7	IRCA 122	7
BPM 24	8	FX 636	7	IRCA 126	8
CD 1078	10	FX 985	8	IRCA 130	9
CNS 7701	10	FX OU IAN 3844	10	IRCA 144	9
CNSAM 7621	3	GT 1	10	IRCA 18	10
CNSAM 7626	4	GU 11	10	IRCA 19	10
CNSAM 7630	4	GU 1479	10	IRCA 202	10
CNSAM 7635	3	GU 164	9	IRCA 209	9
CNSAM 7636	3	GU 168	10	IRCA 21	10
CNSAM 7637	3	GU 174	10	IRCA 22	9
CNSAM 7640	5	GU 176	8	IRCA 229	9
CNSAM 7664	3	GU 198	6	IRCA 230	9
CNSAM 7670	3	GU 467 AN	10	IRCA 231	7
CNSAM 7678	4	GU 477	9	IRCA 27	9
CNSAM 7703	5	GU 86	10	IRCA 28	9
CNSAM 7706	3	GU 969	10	IRCA 301	5
CNSAM 7707	5	GU 994	8	IRCA 305	3
CNSAM 7711	5	H.BRAS.ST	0	IRCA 307	7
CNSAM 7713	3	H.CAMARG	9	IRCA 317	9
CNSAM 7721	3	H.GUI.KOU	0	IRCA 321	9
CNSAM 7723	3	H.GUI.SIN	0	IRCA 323	10
CNSAM 7727	5	HARBEL 1	8	IRCA 324	8
CNSAM 7729	5	HARBEL 10	8	IRCA 331	9
CNSAM 7906	3	HARBEL 29	9	IRCA 339	8
CNSAM 7907	3	HARBEL 60	9	IRCA 34	5
CNSAM 8005	5	HARBEL 65	8	IRCA 41	8
CNSAM 8007	5	IAN 222	10	IRCA 415	9
CNSAM 8009	4	IAN 2878	9	IRCA 416	8
F 4512	6	IAN 2903	5	IRCA 427	8
F 4512 BR	3	IAN 3087	10	IRCA 515	8
F 4542	7	IAN 6158	8	IRCA 519	9
FDR 1305	9	IAN 6158 BR	2	IRCA 523	8
FDR 76	10	IAN 6323	9	IRCA 538	8
FDR 821	3	IAN 6486	10	IRCA 564	5

Collection d'hévéas de Combi : bilan au 31 décembre 2000

Clone	Effectif	Clone	Effectif	Clone	Effectif
IRCA 570	10	PB 5/51	0	RRIC 102	7
IRCA 573	9	PB 86	9	RRIC 110	4
IRCA 617	7	PC 10	0	RRIC 121	10
IRCA 621	9	PC 28	8	RRIC 130	10
IRCA 631	8	PFB 5	8	RRIC 132	8
IRCA 639	8	PL 8	8	RRIC 42	8
IRCA 648	9	PR 107	9	RRII 105	7
IRCA 652	9	PR 228	8	RRII 118	9
IRCA 707	8	PR 253	9	RRII 208	7
IRCA 723	6	PR 255	10	RRII 300	8
IRCA 726	1	PR 257	7	RRII 5	8
IRCA 733	8	PR 300	7	RRIM 600	10
IRCA 737	8	PR 303	8	RRIM 605	8
IRCA 739	7	PR 305	0	RRIM 623	9
IRCA 804	8	PR 306	8	RRIM 703	10
IRCA 814	7	PUA 8	7	RRIM 712	9
IRCA 825	7	PUA 9	2	RRIM 728	7
IRCA 840	7	PX	6	RRIM 729	6
IRCA 842	8	RO 2	8	RRIM 802	8
IRCA/GY 1	8	RO 38	9	RRIM 803	8
IRCA/GY 2	9	RO 38 CI	7	RRIM 805	8
IRCA/GY 3	10	RO 42	10	RRIM 806	5
IRCA/GY 4	10	RO 45	2	RRIM 809	8
IRCA/GY 5	10	RO 46	8	RRIM 926	7
IRCA/GY 6	10	RO 54	7	SCATC 7/20 56	10
IRCA/GY 7	9	RO 55	9	SCATC 88/1	10
IRCA/GY 8	9	RO 58 AN	8	SCHULTES 1010	5
LCB 1320	9	RO 60	9	SCHULTES 1013	1
MDF 114	10	RO 61	10	SCHULTES 1014	2
MDF 138	10	RO/A/7 25/1	3	SCHULTES 1016	5
MDF 158	9	RO/A/7 25/130	7	SCHULTES 1021	5
MDF 180 F3P	8	RO/A/7 25/171	7	SCHULTES 1027	2
MDF 6	8	RO/A/7 25/251	0	SCHULTES 1037	3
MDF 72	9	RO/A/7 25/493	3	SCHULTES 1040	4
MDX 17	10	RO/C/8 24/24	5	SCHULTES 105	0
MDX 6=FX 3864	10	RO/C/8 24/242	8	SCHULTES 106	5
MDX 98	10	RO/C/8 24/356	6	SCHULTES 108	5
NAB 17	9	RO/C/9 23/272	7	SCHULTES 10C	3
PA 31	3	RO/C/9 23/41	8	SCHULTES 11	1
PB 217	10	RO/CM/10 44/438	8	SCHULTES 111	5
PB 235	4	RO/CM/11 63/171	8	SCHULTES 116	3
PB 252	6	RO/J/5 33/64	7	SCHULTES 118	5
PB 254	9	RO/J/6 32/3	8	SCHULTES 11C	4
PB 255	6	RO/JP/3 22/374	8	SCHULTES 11P	3
PB 260	9	RO/JP/3 22/418	8	SCHULTES 123	5
PB 28/59	10	RO/JP/3 22/44	6	SCHULTES 129	5
PB 280	9	RO/JP/3 22/510	6	SCHULTES 12P	5
PB 310	5	RO/OP/4 20/100	7	SCHULTES 131	4
PB 311	10	RO/OP/4 20/103	8	SCHULTES 134	4
PB 312	10	RO/OP/4 20/78	8	SCHULTES 137	4
PB 314	9	RRIC 100	8	SCHULTES 13C	3
PB 330	8	RRIC 101	9	SCHULTES 13P	5

Collection d'hévéas de Combi : bilan au 31 décembre 2000

Clone	Effectif	Clone	Effectif	Clone	Effectif
SCHULTES 140	5	SCHULTES 520	2	SCHULTES 838	0
SCHULTES 14P	3	SCHULTES 527	5	SCHULTES 840	4
SCHULTES 15C	2	SCHULTES 528	5	SCHULTES 85	0
SCHULTES 16	5	SCHULTES 529	4	SCHULTES 87	5
SCHULTES 16C	4	SCHULTES 530	5	SCHULTES 88	4
SCHULTES 16P	5	SCHULTES 534	5	SCHULTES 913	2
SCHULTES 17	5	SCHULTES 535	3	SCHULTES 914	5
SCHULTES 17C	5	SCHULTES 537	5	SCHULTES 916	5
SCHULTES 17P	1	SCHULTES 538	5	SCHULTES 917	5
SCHULTES 18	5	SCHULTES 539	3	SCHULTES 92	3
SCHULTES 20C	3	SCHULTES 54	5	SCHULTES 931	4
SCHULTES 21	5	SCHULTES 59	5	SCHULTES 936	5
SCHULTES 215	2	SCHULTES 5C	5	SCHULTES 937	5
SCHULTES 217	5	SCHULTES 5P	3	SCHULTES 938	4
SCHULTES 22	5	SCHULTES 61	1	SCHULTES 939	5
SCHULTES 221	3	SCHULTES 616	4	SCHULTES 95	5
SCHULTES 223	1	SCHULTES 617	5	SCHULTES 9P	5
SCHULTES 232	5	SCHULTES 619	5	TJIR 1	10
SCHULTES 234	5	SCHULTES 620	3		
SCHULTES 236	5	SCHULTES 627	4		
SCHULTES 240	5	SCHULTES 629	4		
SCHULTES 25	5	SCHULTES 63	4		
SCHULTES 314	5	SCHULTES 630	5		
SCHULTES 316	3	SCHULTES 633	4		
SCHULTES 321	3	SCHULTES 634	4		
SCHULTES 334	5	SCHULTES 635	5		
SCHULTES 340	5	SCHULTES 637	5		
SCHULTES 37	5	SCHULTES 638	3		
SCHULTES 3C	4	SCHULTES 639	2		
SCHULTES 410	5	SCHULTES 64	5		
SCHULTES 414	4	SCHULTES 640	5		
SCHULTES 415	3	SCHULTES 65	5		
SCHULTES 416	5	SCHULTES 71	3		
SCHULTES 417	5	SCHULTES 713	5		
SCHULTES 418	5	SCHULTES 718	5		
SCHULTES 419	5	SCHULTES 727	5		
SCHULTES 42	3	SCHULTES 728	4		
SCHULTES 421	3	SCHULTES 729	2		
SCHULTES 426	5	SCHULTES 730	4		
SCHULTES 427	4	SCHULTES 732	5		
SCHULTES 428	5	SCHULTES 734	5		
SCHULTES 430	5	SCHULTES 735	5		
SCHULTES 431	1	SCHULTES 739	4		
SCHULTES 432	5	SCHULTES 78	5		
SCHULTES 434	5	SCHULTES 7C	1		
SCHULTES 435	4	SCHULTES 817	2		
SCHULTES 436	4	SCHULTES 818	5		
SCHULTES 439	5	SCHULTES 821	3		
SCHULTES 44	5	SCHULTES 829	5		
SCHULTES 46	1	SCHULTES 83	4		
SCHULTES 4C	5	SCHULTES 833	3		
SCHULTES 52	2	SCHULTES 836	3		

Germplasm amazonien de Combi : bilan au 31 décembre 2000

Clone	Effectif	Clone	Effectif	Clone	Effectif
AC/B/15/10	6	AC/S/12/69	10	CMB 2	4
AC/B/15/25	4	AC/S/12/79	5	CMB 20	5
AC/B/15/28	5	AC/S/12/86	6	CMB 21	1
AC/B/16/3	7	AC/S/12/94	6	CMB 22	4
AC/B/17/12	0	AC/S/12/98	4	CMB 23	1
AC/B/17/8	5	AC/S/13/13	0	CMB 3	3
AC/B/18/1	0	AC/S/13/4	9	CMB 4	2
AC/B/19/10	7	AC/S/13/6	7	CMB 5	4
AC/B/19/2	6	AC/S/8/116	4	CMB 6	4
AC/B/19/22	6	AC/S/8/126	8	CMB 7	5
AC/B/19/34	3	AC/S/8/127	6	CMB 8	6
AC/B/19/46	6	AC/S/8/40	6	CMB 9	5
AC/B/19/58	5	AC/S/8/48	4	FDR 4459	5
AC/B/19/65	7	AC/S/8/5	7	FDR 4461	4
AC/B/19/67	6	AC/S/8/59	7	FDR 4575	4
AC/B/19/72	6	AC/S/8/62	10	FDR 4773	4
AC/B/19/77	5	AC/S/8/68	0	FDR 5211	2
AC/B/19/87	7	AC/S/8/87	8	FDR 5482	4
AC/B/19/97	7	AC/S/8/94	0	FDR 5597	3
AC/F/5/10	6	AC/S/9/12	5	FDR 5643	4
AC/F/5/17	6	AC/S/9/16	10	FDR 5763	4
AC/F/5/19	3	AC/T/1/19	8	FDR 5788	3
AC/F/5/31	3	AC/T/1/48	4	FDR 6099	1
AC/F/5/48	3	AC/T/2/5	8	MDX 45	4
AC/F/5/60	7	AC/T/3/3	6	MDX 50	4
AC/F/5/89	7	AC/T/3/6	10	MDX 608	4
AC/FA/6/12	6	AC/T/3/7	10	MT/A/20/1	7
AC/FA/6/16	0	AC/T/4/18	6	MT/A/21/10	3
AC/FA/6/18	6	AC/X/20/13	7	MT/A/21/11	1
AC/FA/6/25	6	AC/X/20/14	7	MT/C/1/1	8
AC/FA/6/29	0	AC/X/20/16	9	MT/C/1/10	0
AC/FA/6/52	10	AC/X/20/19	5	MT/C/1/13	7
AC/FA/6/64	7	AC/X/20/35	10	MT/C/1/16	9
AC/FB/6/1	3	AC/X/21/11	6	MT/C/1/17	5
AC/FB/6/8	10	CD 1161	4	MT/C/1/18	5
AC/FB/6/9	6	CDC 273	5	MT/C/1/21	7
AC/I/0/23	8	CDC 312	5	MT/C/1/23	6
AC/I/0/25	8	CDC 347	3	MT/C/1/3	8
AC/S/10/24	4	CDC 358	5	MT/C/1/4	6
AC/S/10/50	5	CDC 429	4	MT/C/1/7	5
AC/S/10/53	1	CDC 56	2	MT/C/10/1	4
AC/S/11/12	8	CDC 846	1	MT/C/10/10	0
AC/S/11/13	6	CDC 943	3	MT/C/10/2	0
AC/S/11/54	0	CDC 986	2	MT/C/11/1	5
AC/S/11/65	6	CMB 10	2	MT/C/11/3	8
AC/S/12/14	9	CMB 12	3	MT/C/2/11	7
AC/S/12/2	7	CMB 13	6	MT/C/2/12	6
AC/S/12/24	6	CMB 14	5	MT/C/2/13	6
AC/S/12/26	7	CMB 15	6	MT/C/2/14	9
AC/S/12/57	6	CMB 17	6	MT/C/2/16	7
AC/S/12/63	4	CMB 18	5	MT/C/2/2	8
AC/S/12/65	8	CMB 19	5	MT/C/2/20	5

Germplasm amazonien de Combi : bilan au 31 décembre 2000

Clone	Effectif	Clone	Effectif	Clone	Effectif
MT/C/2/21	8	MT/C/7/1	8	MT/IT/18/16	2
MT/C/2/22	6	MT/C/7/2	5	MT/IT/18/20	2
MT/C/2/23	8	MT/C/7/4	0	MT/IT/18/28	6
MT/C/2/24	5	MT/C/7/5	8	MT/IT/18/4	6
MT/C/2/25	0	MT/C/9/2	6	MT/VB/25/8	7
MT/C/2/27	0	MT/C/9/3	9	RO/A/7/1	7
MT/C/2/28	5	MT/C/9/4	8	RO/A/7/18	3
MT/C/2/29	10	MT/I/O/21	4	RO/A/7/19	3
MT/C/2/31	8	MT/I/O/3	7	RO/A/7/26	6
MT/C/2/34	10	MT/IT/12/11	6	RO/A/7/3	2
MT/C/2/36	5	MT/IT/12/19	6	RO/A/7/36	6
MT/C/2/39	5	MT/IT/12/24	6	RO/A/7/44	5
MT/C/2/4	5	MT/IT/12/25	7	RO/A/7/75	5
MT/C/2/42	5	MT/IT/12/31	5	RO/A/7/83	5
MT/C/2/46	9	MT/IT/12/32	5	RO/A/7/86	4
MT/C/2/47	0	MT/IT/12/8	0	RO/A/7/99	2
MT/C/2/5	8	MT/IT/13/17	7	RO/C/8/10	7
MT/C/2/50	0	MT/IT/13/22	7	RO/C/8/14	7
MT/C/2/6	6	MT/IT/13/26	5	RO/C/8/16	7
MT/C/2/8	7	MT/IT/13/3	9	RO/C/8/35	8
MT/C/3/1	9	MT/IT/14/10	5	RO/C/8/36	3
MT/C/4/11	7	MT/IT/14/16	6	RO/C/8/38	2
MT/C/4/13	7	MT/IT/14/20	5	RO/C/9/11	4
MT/C/4/15	7	MT/IT/14/26	7	RO/C/9/15	6
MT/C/4/18	0	MT/IT/14/32	5	RO/C/9/20	7
MT/C/4/22	9	MT/IT/14/8	5	RO/C/9/21	10
MT/C/4/25	9	MT/IT/15/10	6	RO/C/9/27	7
MT/C/4/27	6	MT/IT/15/16	5	RO/C/9/33	7
MT/C/4/29	7	MT/IT/15/20	5	RO/C/9/35	5
MT/C/4/32	8	MT/IT/15/31	9	RO/C/9/39	4
MT/C/4/33	7	MT/IT/15/35	4	RO/C/9/42	9
MT/C/4/37	5	MT/IT/15/6	4	RO/C/9/48	6
MT/C/4/40	6	MT/IT/16/11	5	RO/C/9/51	3
MT/C/4/45	8	MT/IT/16/13	7	RO/C/9/57	5
MT/C/4/5	5	MT/IT/16/21	8	RO/C/9/62	5
MT/C/4/8	8	MT/IT/16/24	7	RO/C/9/64	4
MT/C/5/11	6	MT/IT/16/26	7	RO/C/9/72	6
MT/C/5/12	5	MT/IT/16/3	7	RO/C/9/81	2
MT/C/5/13	0	MT/IT/16/37	4	RO/CM/10/130	2
MT/C/5/18	5	MT/IT/16/52	1	RO/CM/10/28	7
MT/C/5/2	6	MT/IT/16/55	4	RO/CM/10/57	7
MT/C/5/20	8	MT/IT/16/58	9	RO/CM/10/74	5
MT/C/5/24	0	MT/IT/16/69	5	RO/CM/10/75	6
MT/C/5/25	7	MT/IT/16/71	8	RO/CM/10/94	7
MT/C/5/26	7	MT/IT/17/1	8	RO/CM/11/103	7
MT/C/5/28	7	MT/IT/17/10	0	RO/CM/11/11	0
MT/C/5/3	6	MT/IT/17/12	4	RO/CM/11/29	5
MT/C/5/4	5	MT/IT/17/15	8	RO/CM/11/36	7
MT/C/5/6	0	MT/IT/17/16	9	RO/CM/11/41	4
MT/C/6/10	7	MT/IT/17/18	7	RO/CM/11/42	7
MT/C/6/15	8	MT/IT/17/26	6	RO/CM/11/54	6
MT/C/6/3	10	MT/IT/17/7	4	RO/CM/11/64	9

Germplasm amazonien de Combi : bilan au 31 décembre

Clone	Effectif	Clone	Effectif
RO/CM/11/72	6	RO/PB/1/4	6
RO/CM/11/81	0	RO/PB/1/8	7
RO/CM/11/91	4	RO/PB/2/1	10
RO/CM/12/10	4	RO/PB/2/10	7
RO/CM/12/11	5	RO/PB/2/19	7
RO/CM/12/29	7	RO/PB/2/41	0
RO/II/0/110	0	RO/PB/2/45	5
RO/II/0/22	0	RO/PB/2/65	5
RO/II/0/30	3	RO/PB/2/74	8
RO/II/0/48	0	RO/PB/2/9	5
RO/II/0/70	7	SIAL 893	3
RO/II/0/8	3	TP 749	4
RO/II/0/89	7	XX 701	1
RO/II/0/94	1		
RO/II/0/97	0		
RO/J/5/16	5		
RO/J/5/20	10		
RO/J/5/3	7		
RO/J/6/3	10		
RO/JP/3/10	3		
RO/JP/3/11	6		
RO/JP/3/12	8		
RO/JP/3/13	0		
RO/JP/3/20	6		
RO/JP/3/24	5		
RO/JP/3/33	6		
RO/JP/3/37	5		
RO/JP/3/4	5		
RO/JP/3/41	8		
RO/JP/3/42	7		
RO/JP/3/43	6		
RO/JP/3/45	9		
RO/JP/3/48	5		
RO/JP/3/51	4		
RO/JP/3/61	5		
RO/JP/3/62	7		
RO/JP/3/68	7		
RO/JP/3/70	4		
RO/JP/3/71	6		
RO/JP/3/73	7		
RO/JP/3/74	6		
RO/OP/4/10	8		
RO/OP/4/17	8		
RO/OP/4/19	8		
RO/OP/4/23	7		
RO/OP/4/32	5		
RO/OP/4/39	4		
RO/PB/1/16	0		
RO/PB/1/20	6		
RO/PB/1/24	7		
RO/PB/1/28	0		
RO/PB/1/30	3		

Descendances

PB260 x FX3899

Clone		Effectif
Numérotation		
anc.	nouv.	

1	1	1
2	2	2
3	3	3
5	5	3
6	6	2
7	8	3
8	9	1
9	10	3
10	11	3
11	13	3
12	14	3
13	16	3
14	18	2
15	19	1
16	20	1
17	21	3
18	23	2
19	24	3
20	26	3
21	27	3
22	28	2
23	29	3
24	30	3
26	32	3
27	33	1
28	34	3
29	35	3
30	36	3
31	37	3
32		3
33	40	1
34	41	3
35	42	1
36	43	3
37	45	3
39	47	1
40	49	3
41	50	2
42	52	3
43	53	1
44	54	3
45	55	3
46	57	3
47	59	3
48	60	3
49	63	3
50	64	3
51	65	2

Clone		Effectif
Numérotation		
anc.	nouv.	

52	66	2
53	68	2
54	69	2
55	70	3
56	72	1
57	73	3
58	74	3
59	75	3
60	77	2
61	82	2
62	83	1
63	84	1
64	85	2
65	86	3
66	87	2
67	89	3
68	90	3
69	92	3
70	93	2
71	94	3
73	96	2
74	97	3
75	98	3
76	99	2
77	100	2
78	101	1
79	102	3
80	103	2
81	104	3
82	105	3
83	106	3
84	107	2
85	108	1
86	110	2
87	112	3
88	113	2
91	S.3	1
92	S.4	3
93	S.5	3
94	S.6	2
95	S.7	2
96	S.8	2
98	S.10	2
99	S.11	2
100	S.12	2
101	S.13	2
102	S.14	2
103	S.15	2

Clone		Effectif
Numérotation		
anc.	nouv.	

104	S.16	2
105	S.17	1
107	S.19	2
108	S.20	3
109	S.21	1
111	S.23	3
112	S.24	2
114	S.26	1
115	S.27	1
118	S.30	2
121	S.33	1
123	S.35	3
124	S.36	3
125	S.37	2
126	S.38	2
127	S.39	3
128	S.40	2
131	S.43	2
132	S.44	2
133	S.45	2
134	S.46	2
135	S.47	2
136	S.48	2
137	S.49	2
140	S.52	1
141	S.53	1
148	S.61	1
149	S.62	2
151	S.64	1
153	S.66	2
154	S.67	2
155	S.68	3
156	S.69	1
159	S.72	1
162	S.75	1
163	S.76	2
165	S.78	2
166	S.79	2
167	S.80	3
168	S.81	1
169	S.82	2
171	S.84	3
174	S.87	2
177	S.90	2
181	S.94	1
182	S.95	1
183	S.96	2
184	S.97	3

Clone		Effectif
Numérotation		
anc.	nouv.	

185	S.98	1
186	S.99	2
187	S.100	2
188	S.101	1
190	S.104	2
191	S.105	1
196		3
199	S.114	1
200	S.118	1
202	S.120	2
203	S.121	3
204	S.122	2
205	S.123	3
206	S.124	3
208	S.126	3
209	S.127	1
210	S.128	3
211	S.129	1
215	S.133	1
219	S.137	3
221	S.139	3
222	S.140	1
223	S.141	1
224	S.142	3
225	S.143	3
226	S.144	3
227	S.145	3
230	S.148	3
231	S.149	3
233	S.151	1
234	S.152	3
235	S.153	3
236	S.154	2
237	S.155	2
238	S.156	3
239	S.157	3
240	S.158	3
241	S.159	3
242	S.160	2
243	S.161	1
244	S.162	3
245	S.163	3

Descendances

PB260 x FX25

Clone	Effectif
PEM 3/7/23	2
PEM 3/7/26	1
PEM 3/7/32	3
PEM 3/7/34	3
PEM 3/7/36	3
PEM 3/7/37	3
PEM 3/8/23	3
PEM 3/8/24	3
PEM 3/8/25	3
PEM 3/8/31	3
PEM 3/8/32	2
PEM 3/8/33	3
PEM 3/8/34	0
PEM 3/8/35	2
PEM 3/8/36	3
PEM 3/8/37	3
PEM 3/8/38	2
PEM 3/9/23	3
PEM 3/9/24	2
PEM 3/9/25	3
PEM 3/9/26	3
PEM 3/9/33	2
PEM 3/9/36	3
PEM 3/9/37	1
PEM 3/9/38	0
PEM 3/10/24	3
PEM 3/10/25	2
PEM 3/10/26	2
PEM 3/10/32	1
PEM 3/10/35	0
PEM 3/10/36	2
PEM 3/15/29	3
PEM 3/15/30	3
PEM 3/16/27	2
PEM 3/16/28	3
PEM 3/16/30	3
PEM 3/17/27	3
PEM 3/17/28	1
PEM 3/18/29	2

Protocole de l'essai Combi 12

1. But

La descendance PB260 x FX3899 a été créée en Côte d'Ivoire dans le but de servir de support à des études de marquage génétique. C'est ainsi que dans un premier temps une carte de liaison génétique a été établie, faisant appel à des marqueurs de type isozymes, RFLP, AFLP et microsatellites. Cette carte génétique a ensuite été utilisée pour essayer de mettre en évidence des marqueurs liés à des QTL de résistance à *Microcyclus ulei*. Cette étude, menée entièrement en conditions contrôlées d'inoculation par Denis Lespinasse, a effectivement permis d'identifier des régions du génôme jouant un rôle important dans la résistance génétique du matériel étudié à *M. ulei*. Il restait cependant à confirmer que ces résultats étaient également valides en conditions naturelles d'infestation par le pathogène. C'est l'objectif du présent essai.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cet essai consiste donc uniquement en clones issus du croisement PB260 x FX3899. Les pollinisations à l'origine de ce matériel ont toutes été effectuées à Bimbresso en Côte d'Ivoire et le matériel a été envoyé à Kourou pour partie sous forme de stumps greffés, et pour partie sous forme de graines. Plus de 240 génotypes de ce croisement ont ainsi été réceptionnés à Kourou. Après vérification de la légitimité par électrophorèse d'isozymes, multiplication par greffage, utilisation en serres à Kourou pour les inoculations en conditions contrôlées, et mise en collection à Combi, ce sont 198 clones au total qui ont pu être plantés dans l'essai Combi 12. La liste de ce matériel figure dans le tableau 1.

3. Dispositif statistique

Chaque clone a été planté en parcelle unitaire de 4 plants, et représenté dans 2 blocs aléatoires dénommés Combi 12A e Combi 12B. Certains clones n'ont pu être plantés dans les deux blocs en raison du faible nombre de plants obtenus au greffage (voir tableau 1).

4. Densité de plantation

L'écartement entre les plants est de 2 mètres sur 2 mètres, soit 2500 plants plantés à l'hectare.

5. Date et lieu de plantation

L'essai a été planté en janvier 1999, de part et d'autre de l'essai Combi 2 (voir plan de plantation).

6. Observations

A partir du 6^{ème} mois après le planting, passage une à deux fois par mois pour notation de la symptomatologie de *Microcyclus ulei* :

- ↪ Niveau d'attaque
- ↪ Type de réaction
- ↪ Diamètre des lésions
- ↪ Stromas

Notation du diamètre des plants dix-huit mois après le planting, puis recépage pour permettre un nouveau cycle d'observations.

Les notations seront arrêtées au plus tard trente mois après le planting.

Essai Combi 12 : matériel végétal planté

Clone		Effectif planté		
nouv. Num.	anc. Num.	C 12A	C 12B	Total

1	1	4	4	8
2	2	4	4	8
3	3	4	4	8
4	4	4	4	8
5	5	4	4	8
6	6	4	4	8
7	8	4	4	8
8	9	4		4
9	10	4	4	8
10	11	4	4	8
11	13	4	4	8
12	14	4	4	8
13	16	4	4	8
14	18	4	4	8
15	19	4	4	8
16	20	4	4	8
17	21	4	4	8
18	23	4	4	8
19	24	4	4	8
20	26	4	4	8
21	27	4	4	8
22	28	4	4	8
23	29	4	4	8
24	30	4	4	8
25	31	4	4	8
26	32	4	4	8
27	33	4	4	8
28	34	4	4	8
29	35	4	4	8
30	36	4	4	8
31	37	4	4	8
32		4	4	8
33	40	4	4	8
34	41	4	4	8
35	42	4	4	8
36	43	4	4	8
37	45	4	4	8
38	46	4	4	8
39	47	4	4	8
40	49	4	4	8
41	50	4	4	8
42	52	4	4	8
43	53	4	4	8
44	54	4	4	8
45	55	4	4	8
46	57	4	4	8
47	59	4	4	8
48	60	4	4	8
49	63	4	4	8
50	64	4	4	8
51	65	4	4	8

Clone		Effectif planté		
nouv. Num.	anc. Num.	C 12A	C 12B	Total

52	66	4	4	8
53	68	4	4	8
54	69	4	4	8
55	70	4	4	8
56	72	4	4	8
57	73	4	4	8
58	74	4	4	8
59	75	4	4	8
60	77	4	4	8
61	82	4	4	8
62	83	4	4	8
63	84	4	4	8
64	85	4	4	8
65	86	4	4	8
66	87	4	4	8
67	89	4	4	8
68	90	4		4
69	92	4	4	8
70	93	4	4	8
71	94	4	4	8
72	95	4	4	8
73	96	4	4	8
74	97	4	4	8
75	98	4	4	8
76	99	4	4	8
77	100	4	4	8
78	101	4	4	8
79	102	4	4	8
80	103	4	4	8
81	104	4	4	8
83	106	4	4	8
84	107	4	4	8
85	108	4	4	8
86	110	4	4	8
87	112	4	4	8
88	113	4	4	8
90	S.2	4	4	8
91	S.3	4	4	8
92	S.4	4	4	8
94	S.6	4	4	8
95	S.7	4	4	8
96	S.8	4	4	8
98	S.10	4	4	8
99	S.11	4	4	8
100	S.12	4	4	8
101	S.13	4	4	8
102	S.14	4	4	8
103	S.15	4	4	8
104	S.16	4	4	8
105	S.17	4	4	8
106	S.18	4	4	8

Essai Combi 12 : matériel végétal planté

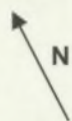
Clone		Effectif planté		
nouv. Num.	anc. Num.	C 12A	C 12B	Total

107	S.19	4	4	8
109	S.21	4	4	8
110	S.22	4	4	8
112	S.24	4	4	8
113	S.25	4	4	8
114	S.26	4	4	8
115	S.27	4	4	8
116	S.28	4	4	8
117	S.29	4	4	8
118	S.30	4	4	8
119	S.31	4	4	8
121	S.33	4	4	8
122	S.34	4	4	8
125	S.37	4	4	8
126	S.38	4	4	8
128	S.40	4	4	8
129	S.41	4	4	8
130	S.42	4	4	8
131	S.43	4	4	8
132	S.44	4	4	8
133	S.45	4	4	8
134	S.46	4	4	8
135	S.47	4	4	8
136	S.48	4	4	8
137	S.49	4	4	8
138	S.50	4		4
139	S.51	4	4	8
140	S.52	4	4	8
141	S.53	4	4	8
142	S.54	4	4	8
143	S.55	4	4	8
144	S.56	4	4	8
145	S.58	4		4
146	S.59	4	4	8
147	S.60	4		4
148	S.61	4	4	8
149	S.62	4	4	8
150	S.63	4	4	8
151	S.64	4	4	8
153	S.66	4	4	8
154	S.67	4	4	8
156	S.69	4	4	8
159	S.72	4	4	8
160	S.73	4	4	8
161	S.74	4	4	8
162	S.75	4	4	8
163	S.76	4	4	8
165	S.78	4	4	8
166	S.79	4	4	8
168	S.81	4	4	8
169	S.82	4		4

Clone		Effectif planté		
nouv. Num.	anc. Num.	C 12A	C 12B	Total

170	S.83	4	4	8
172	S.85	4		4
174	S.87	4	4	8
175	S.88	4	4	8
176	S.89	4	4	8
177	S.90	4	4	8
178	S.91	4	4	8
179	S.92	4	4	8
180	S.93	4	4	8
181	S.94	4	4	8
182	S.95	4	4	8
183	S.96	4	4	8
185	S.98	4	4	8
186	S.99	4	4	8
187	S.100	4	4	8
188	S.101	4	4	8
189		4	4	8
190	S.104	4	4	8
191	S.105	4	4	8
192	S.106	4	4	8
194	S.109	4	4	8
195	S.110	4	4	8
198	S.113	4		4
199	S.114	4	4	8
200	S.118	4	4	8
202	S.120	4	4	8
204	S.122	4	4	8
207	S.125	4	4	8
209	S.127	4	4	8
211	S.129	4	4	8
213	S.131	4	4	8
214	S.132	4	4	8
215	S.133	4	4	8
216	S.134	4		4
218	S.136	4	4	8
220	S.138	4	4	8
222	S.140	4	4	8
223	S.141	4	4	8
228	S.146	4		4
232	S.150	4	4	8
233	S.151	4	4	8
236	S.154	4	4	8
237	S.155	4	4	8
242	S.160	4	4	8
243	S.161	4	4	8

Plan de Combi 12 A



Combi 8

COMBI 12 A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
16			119		47		151		9		90		78		63		6		143		182		38		162		103		233		49		144		71		58		130		28		95		68		121		54	
15																																																		
14	2		94		31		75		132		16		170		88		186		56		43		125		218		11		79		116		23		163		139		52		86		5		166		13		174	
13																																																		
12	65		51		185		146		20		112		189		135		107		27		222		159		91		148		195		40		177		109		15		237		35		150		101		156		41	
11																																																		
10	36		140		98		39		220		147		61		202		175		223		114		209		34		213		74		137		228		3		178		117		199		105		191		8		142	
9																																																		
8	17		236		83		190		59		194		128		30		67		100		183		1		66		87		131		214		84		215		24		187		81		181		32		211		110	
7																																																		
6	134		60		12		122		141		46		198		85		149		18		168		136		242		69		29		179		216		62		129		192		76		92		133		80		160	
5																																																		
4	44		22		161		73		33		118		55		165		96		42		70		204		21		153		200		106		45		37		169		48		14		113		232		26		72	
3																																																		
2	176		7		102		53		154		4		207		115		25				180		104		138		57		10		172		243		126		77		98		145		188		50		64		19	
1																																																		

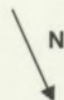
Forêt



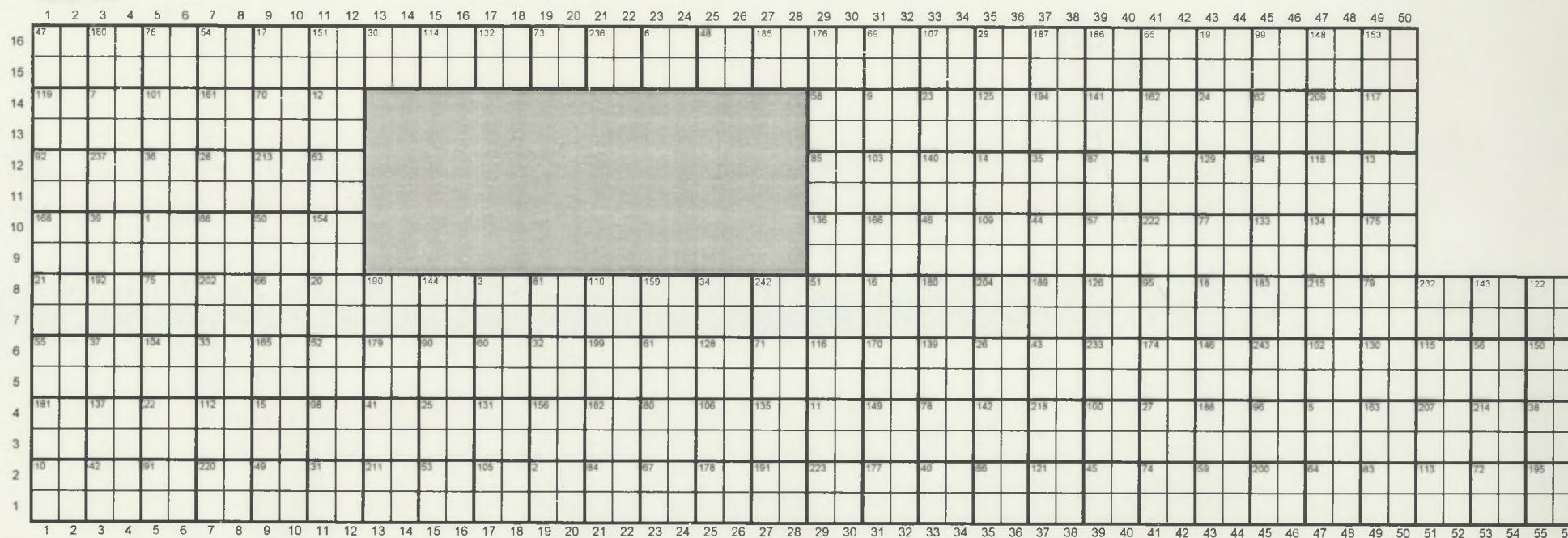
Combi 2



Plan de Combi 12 B



COMBI 12 B



Combi 2